

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ РАСЧЕТЫ В ПРОГРАММНОЙ СРЕДЕ FEMM ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПАРАМЕТРОВ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Р.А. ЕЛАГИН¹, Д.А. ПЕДОРИЧ¹, В.И. МИЛЫХ^{2*}

¹ *магістрант кафедри електричних машин, НТУ «ХПИ», Харків, УКРАЇНА*

² *зав. кафедрою електричних машин, д-р техн. наук, НТУ «ХПИ», Харків, УКРАЇНА*

** email:mvikpi@kpi.kharkov.ua*

Введение. С развитием компьютерной техники и численных методов расчета магнитных полей (МП) в систему исследования и проектирования электрических машин (ЭМ) все больше внедряются расчеты их электромагнитных параметров (ЭМП) на такой основе [1]. При этом обширная теория ЭМ с множеством формул, созданных для их отдельных их типов, сводятся к нескольким базовым выражениям. Остается квалифицированно задать исходные данные об ЭМ, «извлечь» ЭМП из результатов численного расчета МП и осознанно использовать полученные результаты.

При расчете двухмерных МП в активной части ЭМ и, в том числе, асинхронных электродвигателей (АД) [2], широко применяется программный пакет FEMM [3], основанный на методе конечных элементов. Этот программный пакет привлекателен относительной простотой, общедоступностью и эффективностью.

Основные затраты времени расчетчики несут при формировании графических и физических моделей ЭМ и преобразовании результатов расчетов в форму, пригодную для дальнейшего использования.

Целью работы является представление того, как часть этой проблемы можно преодолеть посредством автоматизации управления процессом расчета МП в среде FEMM и последующего извлечения электромагнитных параметров, трехфазного АД.

Материалы исследования. Возможности для решения указанной проблемы пользователям программы FEMM дает интегрированный в нее алгоритмический язык Lua [3]. И задача теперь заключается в написании комплекса управляющих программ – скриптов. Эта задача является весьма сложной, так как требует знаний в областях ЭМ, программирования и теории МП. Но ее решение оправдано и окупаемо, так как программа пишется один раз, а применяется бесчисленное число раз и любым числом пользователей.

Скрипты и файлы исходных данных о рассчитываемых объектах пишутся в простых текстовых редакторах, например, Блокнот. Основой скриптов для автоматизированных расчетов в среде FEMM являются команды и процедуры оперирования с геометрическими, токовыми, магнитными и полевыми параметрами рассчитываемых ЭМ или других устройств. Сложные геометрические формы ЭМ складываются из элементарных объектов: точка,

отрезок, дуга и метка блока, при этом разные элементы можно объединять в группы и оперировать одновременно с пронумерованной группой объектов.

Язык Lua позволяет создавать массивы, циклы, процедуры и функции, условные операторы, выполнять вычисления по математическим формулам, стандартным и авторским функциям, устанавливает тип данных.

Для обеспечения высокой эффективности численных расчетов МП и ЭМП АД с помощью программы FEMM в данной работе представляется скрипт Lua, который создан по аналогии со скриптами для турбогенератора [4, 5]. Скрипты позволяют многократно повысить производительность расчетчиков и при этом еще обеспечить возможность получения таких параметров и характеристик ЭМ, которые практически невозможно получить в «ручном» режиме работы с программой FEMM. Одним из требований к таким скриптам является их универсальность с точки зрения возможного варьирования геометрией и размерами проектируемых ЭМ при минимуме вводимой исходной информации в числовой форме и в виде строковых данных.

Предполагается, что расчетные геометрическая и физическая модели АД уже создана «вручную» или автоматизированным построением посредством скрипта Lua, аналогичного представленному для турбогенератора [4]. Созданный новый скрипт для АД обеспечивает программный ввод необходимых для расчета МП его параметров и управляет последующим численным расчетом этого поля в среде FEMM.

После расчета магнитного поля обеспечивается программное определение и вывод в текстовый файл целого ряда ЭМП АД, а именно: распределение магнитной индукции, магнитные потоки в заданных местах, магнитные потокоцепления и индуктивные параметры обмоток, силы, действующие на токонесущие и ферромагнитные элементы конструкции, электромагнитный момент, ЭДС в обмотке статора и их гармонический состав и т.д.

Выводы. Созданный скрипт показал высокую эффективность для обеспечения численных расчетов МП и ЭМП асинхронных двигателей и рекомендуется для распространения на другие типы ЭМ при соответствующей доработке и модификации.

Список литературы:

1. Милых В.И. Определение электромагнитных параметров электрических машин на основе численных расчетов магнитных полей / В.И. Милых, Н.В. Полякова // *Електротехніка і електромеханіка*. – 2006. – №2. – С.40-46.
2. Meeker D. Finite Element Method Magnetics. FEMM 4.2 32 bit 11 Oct 2010 Self-Installing Executable. / D. Meeker // Режим доступа: <http://www.femm.info/wiki/OldVersions>.
3. Милых В.И. Анализ магнитного поля асинхронного двигателя в различных режимах работы с использованием метода конечных элементов / В.И. Милых, Е.А. Сидоренко, Л.В. Шилкова // *Вестник НТУ «ХПИ»*. – Х: НТУ «ХПИ». – 2007. – №24. – С.54-61.
4. Милых В.И. Автоматизированное формирование расчетных моделей турбогенераторов для программной среды FEMM / В.И. Милых, Н.В. Полякова // *Електротехніка і електромеханіка*. – 2015. – № 4. – С. 7-14.
5. Милых В.И. Автоматизированные расчеты в программной среде FEMM динамики электромагнитных процессов турбогенераторов / В.И. Милых, Н.В. Полякова // *Електротехніка і електромеханіка*. – 2015. – № 6. – С.14-20.